

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

REC'D 23 SEP 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 48 419.1

**Anmeldetag:** 14. Oktober 2003

**Anmelder/Inhaber:** Maschinenfabrik Gehring GmbH & Co KG,  
73760 Ostfildern/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zum Schrupphonen der Mantelfläche  
von Bohrungen

**IPC:** B 24 B 33/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 09. September 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Faust

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Patentanwalt Dipl.-Ing. Walter Jackisch & Partner  
Menzelstr. 40 - 70192 Stuttgart

Maschinenfabrik  
Gehring GmbH & Co. KG  
Gehringstr.28  
73760 Ostfildern

A 42 361/keie

14. Okt. 2003

### Verfahren zum Schrupphonen der Mantelfläche von Bohrungen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schrupphonen der Mantelfläche von Bohrungen. Aufgrund der möglichen Zerspanleistungen und Standmengen wurde bereits vorgeschlagen, das Feinspindeln durch Schrupphonen zu ersetzen. So können die Vorteile des Honverfahrens in größerem Umfang genutzt werden. Um jedoch hinsichtlich Winkeligkeit und Positioniergenauigkeit mit dem Feinspindeln vergleichbare Qualitätskorrekturen zu erreichen, können die üblichen Freiheitsgrade von Honwerkzeug und Werkstück nicht auf das Schrupphonen übertragen werden.

Das Konzept, anstelle des Feinbohrens das Schrupphonen einzusetzen, sieht daher eine feste Anordnung der Werkzeugachse und ebenso eine feste Aufspannung des Werkstückes vor. Durch die Indexposition kann das Werkstück mit ausreichender Genauigkeit zur Werkzeugachse aufgenommen werden. Durch eine obere und untere Werkzeugführung erzielt man eine starre Anordnung des Werkzeugs auf Sollposition der Bohrung, so daß die angulare Achslage des Werkzeugs stabil ist. Der Lageunterschied in Position und Winkellage von Werkzeugachse zu vorbearbeiteter Bohrungsachse stellt das notwendige Korrekturpotential dar.

Zu Beginn der Schrupphonbearbeitung bearbeiten die Honleisten die Bohrungsmantelfläche nur partiell. Mit fortschreitendem Abtrag weitet sich die Zerspanung vollflächig auf die gesamte Bohrung aus. Da am Umfang örtlich unterschiedlich viel Material abgetragen wird, entsteht ein neues Bohrungszentrum, welches mit dem Werkzeugzentrum identisch ist. Beim Anschnitt übertragen nur wenige Honleisten den Anpreßdruck auf die Bohrungswandung. Dies erfordert daher eine formschlüssige Zustelleinrichtung, das heißt eine Schrittzustellung. Die Zustellfunktionen bestehen in der intermittierenden Zustellbewegung, bestehend aus dem Zustellschritt definierter Größe und der Zustellpause, in der sich der zuvor aufgebaute Zustelldruck abbaut.

Dieses aus dem Artikel von U. Klink/G. Flores "Honen von Zylinderbohrungen aus GGV" in der Zeitschrift "WB. Werkstatt und Betrieb" 133. Jahrgang 2000, Heft 4, Carl Hanser Verlag München bekannte Verfahren zum Schrupphon ist jedoch nur bei Werkstücken durchführbar, bei denen ganz bestimmte Voraussetzungen an die Zugänglichkeit der Bohrungen gegeben sind, so daß damit dem Anwendungsbereich erhebliche Grenzen gesetzt sind. Es ist für Durchgangsbohrungen einsetzbar, jedoch nicht für Sacklochbohrungen, die überwiegend bei z.B. Kolbenlaufbahnen anzutreffen sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Schrupphon der Mantelfläche von Bohrungen zu schaffen, das universeller anwendbar ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Durch die vorliegende Erfindung ist es möglich, auch Bohrungen an Werkstücken mittels Schrupphonen zu bearbeiten, die lediglich von einer Seite zugänglich sind. Dabei ist sowohl eine Korrektur der Bohrungsposition relativ zur Indexbohrung als auch eine Korrektur der Winkellage der Bohrungsachse möglich. Letzteres ist insbesondere bei Motorblöcken von erheblicher Bedeutung, da es auf die Winkelgenauigkeit, bezogen auf die Kurbelwellenachse, ankommt. Die Honbearbeitung in der Schrupphonoperation erfolgt zunächst im Teilschnitt, bei dem das Werkzeug noch nicht vollständig anliegt. Erst wenn die Bohrung überall flächendeckend bearbeitet wird und die Honleisten an beiden Seiten anliegen, ist der Vollschnitt erreicht.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens ist vorgesehen, daß zumindest während der Bearbeitung des einer Schlitteneinheit abgewandt liegenden Abschnitts der Bohrung die Hubbewegung des Honwerkzeugs von einer Schlitteneinheit ausgeführt wird, so daß die Arbeitsspindel von der Schlitteneinheit alternierend bezüglich ihrer Längsachse bewegt wird. Die Schlitteneinheit bietet unabhängig von ihrer momentanen Position eine gleichbleibende Führungsstabilität der Spindel. Dabei befindet sich die Honspindel in ihrer oberen Endlage. Die verwendete Kombination von Schlitteneinheit mit aufgebauter Honspindel ermöglicht im Teilschnitt eine hohe Stabilität der Schlitteneinheit und im Vollschnitt hohe Hubgeschwindigkeiten, wie sie eine

Honspindel ermöglicht. Aufgrund dieser Ausgestaltung kann eine fliegend gelagerte Arbeitsspindel bezüglich ihrer Baulänge minimiert werden. Dabei ist als minimale Baulänge zu verstehen, daß bei Erreichen des unteren Hubumkehrpunktes des Werkzeugs bei maximal üblicher Überlauflänge die Werkzeuglagerung sich kurz vor der oberen Bohrungskante befindet. Dies entspricht der minimalen Baulänge, die nicht weiter unterschritten werden kann und durch die zu honende Bohrungslänge vorgegeben ist.

Es wird als zweckmäßig angesehen, daß während eines zunächst erfolgenden Partialschnitts eine elektromechanische Zustellung der Honleisten mit definierten Pausenzeiten erfolgt. Das Umschalten von Partialschnitt auf Vollschnittparameter kann durch eine Überwachung der Leistungsaufnahme ausgelöst werden, da das Drehmoment mit vollflächigem Anlegen der Schneidleisten zunimmt. Dies kann auch das Signal zum Retieren der Schlittenbewegung sein, so daß damit die Hubbewegung durch die Honspindel einsetzt und die alternierende Längsbewegung durch die Honspindel im Vollschnitt ausgeführt wird. Durch die Verwendung der Schlitteneinheit als Hubtrieb kann die Stabilität der Spindel wesentlich erhöht werden.

Die Maßabschaltung nach dem Vollschnitthonen kann durch eine federbeaufschlagte Fallmeßbüchse erfolgen. Während des Vollschnitthonens erfolgt eine elektromechanische Schrittzustellung, wobei die Zustellkraft, die auf die Honleisten wirkt, überwacht wird. Es ergibt sich daraus eine Kombination von weg- und kraftgesteuerter Zustellung. Gemäß einer

weiteren Ausgestaltung des Verfahrens wird während des Partialschnitts ein erster Leistensatz beaufschlagt und der Vollschnitt wird mit einem zweiten Leistensatz durchgeführt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

- Fig. 1 Einen Schnitt durch einen Motorblock und ein darüber befindliches Honwerkzeug in schematischer Darstellung,
- Fig. 2 einen Schnitt durch den Motorblock gemäß Fig. 1 mit dem Honwerkzeug nahe dem Ende der Bearbeitung,
- Fig. 3 einen radialen Schnitt durch eine Bohrung und das Honwerkzeug zu Beginn der Bearbeitung,
- Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines Ausschnitts einer Bohrungswandung mit dem Übergang vom Drehprofil zum Honprofil,
- Fig. 5 eine Abwicklung eines Ausschnitts der Bohrungswandung gemäß Fig. 4.

Die Fig. 1 zeigt ein Werkstück 1, bei dem es sich in dem Ausführungsbeispiel um einen Motorblock handelt. Dieses Werkstück 1 umfaßt mehrere Bohrungen 2, die als Zylinderbohrungen vorgesehen sind und eine Mantelfläche 3 aufweisen, die zu bearbeiten ist. Jede Bohrung 2 besitzt eine

Längsachse  $M_B$ . An dem Motorblock 1 sind im unteren Bereich mehrere Kurbelwellenlager 4 vorgesehen, die eine gemeinsame Achse  $M_K$  besitzen, nämlich die Längsachse der Kurbelwelle  $M_K$ . Der Motorblock 1 ist auf einem Werkstückträger 8 mittels Indexierstiften 9 positionsgenau aufgenommen, so daß die relative Lage des Werkstücks 1 exakt positioniert ist.

Ebenso bedeutet die Korrektur der Winkellage der Bohrungsachse eine winkeltgerechte Aufnahme des Werkstücks. Es ist daher erforderlich, daß die Achsen  $M_A$  und  $M_K$  rechtwinklig zueinander ausrichtbar sind.

Über dem Werkstück 1 ist ein Honwerkzeug 5 dargestellt, das an einer fliegend gelagerten Arbeitsspindel 6 angeordnet ist und mehrere Honleisten 7 umfaßt, die zur Bearbeitung der Mantelfläche 3 der Bohrungen 2 vorgesehen sind. Die Arbeitsspindel 6 und somit auch das Honwerkzeug 5 selbst besitzen eine Längsachse  $M_A$ , wobei aus Fig. 1 ersichtlich ist, daß vor der Bearbeitung mittels des Honwerkzeugs 5 ein Versatz zwischen der Längsachse der Arbeitsspindel  $M_A$  und der Längsachse der Bohrung  $M_B$  auftritt. Von wenigen Ausnahmen abgesehen ist stets ein derartiger Versatz  $S$  der Achsen vorhanden, der bis zu 0,3 mm beträgt.

Durch den Arbeitsschritt des Schrupphonens kann ein entsprechender Materialabtrag bei gleichzeitiger Eliminierung des Versatzes erfolgen und somit die Längsachse der Bohrung  $M_B$  dahingehend verlagert werden, daß diese Achse der tatsächlich im Motorblock 1 benötigten Lage exakt entspricht und somit sich der Werkzeugachse  $M_A$  annähert. Damit wird

gleichzeitig die hohe Winkelgenauigkeit der Längsachse  $M_B$  der Bohrung 2 der Längsachse der Kurbelwelle  $M_K$  erreicht.

Sofern der Versatz  $S$  der Längsachse der Arbeitsspindel  $M_A$  zur Längsachse der Bohrung  $M_B$  in einer Größe liegt, durch die das freie Einführen des Honwerkzeugs 5 in die Bohrung 2 nicht möglich ist, so wird die Längsachse der Arbeitsspindel  $M_A$  in einem entsprechenden Winkel ausgelenkt, um auf diese Weise in die Bohrung 2 zu gelangen und deren Mantelfläche 3 zu bearbeiten. Während der Bearbeitung wird nicht nur der Versatz  $S$  der Längsachsen  $M_A$  und  $M_B$  zueinander eliminiert, sondern auch ein evtl. eingenommener Winkel der Längsachse  $M_A$  der gegebenenfalls auch durch die Fertigungstoleranzen des Motorblocks 1 bedingt sein kann.

Die Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch den Motorblock 1 gemäß Fig. 1, wobei jedoch das Honwerkzeug 5 in der Bohrung 2 befindlich ist und der Zustand nahe dem Ende der Bearbeitung dargestellt ist. Für gleiche Teile stimmen die Bezugszeichen mit denjenigen der Fig. 1 überein. Es ist aus Fig. 2 ersichtlich, daß die Arbeitsspindel 6 in einer Schlitteneinheit 10 geführt ist, wobei die Schlitteneinheit 10 für einen bestimmten Abschnitt des Verfahrens (z.B. Arbeiten im Teilschnitt) mit der Arbeitsspindel 6 in Längsrichtung der Arbeitsspindel 6 bzw. der Längsachse  $M_A$  arretierbar ist. Gemäß der Darstellung in Fig. 2 ist die Bearbeitung des Schrupphonens bereits soweit fortgeschritten, daß die Längsachse der Arbeitsspindel  $M_A$  mit der Längsachse der Bohrung  $M_B$  coaxial liegt, so daß abschließend eine gleichmäßig gehonte Mantelfläche erzeugt wird. In diesem ersten



Arbeitsabschnitt ist es von Vorteil, die Arbeitsspindel 6 in Längsrichtung in der Schlitteneinheit 10 zu arretieren und die Hubbewegung durch die Schlitteneinheit 10 auszuführen, da auf diese Weise das freie, aus der Schlitteneinheit 10 herausragende Ende der Arbeitsspindel möglichst kurz gehalten wird und damit eine hohe Biegesteifigkeit der Arbeitsspindel 6 erreicht wird. Dementsprechend verbleibt die Spindel im ersten Abschnitt des Verfahrens in ihrer oberen Endlage in der Schlitteneinheit, so daß eine Stabilisierung gegen seitige Zerspankräfte gegeben ist. Dadurch wird auch eine größere Führungsgenauigkeit und eine höhere Normalkraftstabilität erreicht.

Erst im Vollschnitt verbleibt die Schlitteneinheit in einer festen Position und die Spindel führt relativ zur in Ruhe befindlichen Schlitteneinheit eine Hubbewegung aus. Hierbei können höhere Hubgeschwindigkeiten gefahren werden und das Schrupphonen im Vollschnitt in kurzen Bearbeitungszeiten ist somit möglich.

Die Fig. 3 zeigt einen radialen Schnitt durch eine Bohrung 2 und das Honwerkzeug 5 zu Beginn der Bearbeitung. Es ist daraus ersichtlich, daß die Längsachse  $M_B$  der Bohrung 2 einen Abstand bzw. einen Versatz  $S$  zu der Längsachse  $M_A$  der Arbeitsspindel bzw. des Honwerkzeugs 5 aufweist. In dem Honwerkzeug 5 befindet sich zentrisch eine Zustellstange 11, die über Zustellkeile 12 auf die Honleisten 7 wirkt. Durch die Zustellstange 11 können die Zustellkeile 12 radial nach außen gedrückt werden, wodurch auch die Hon-

leisten 7 eine radial nach außen gerichtete Bewegung ausführen.

Wie die Fig. 3 zeigt, liegt zu Beginn der Bearbeitung lediglich ein Teil des Honwerkzeugs 5 an der Mantelfläche 3 der Bohrung 2 an, so daß bezüglich der Schrupphonoperation zunächst ein Teilschnitt erfolgt, bei dem das Werkzeug unvollständig anliegt. Der Abtrag des Materials lediglich an einem Teil der Mantelfläche 3 führt dazu, daß sich das Bohrungszentrum und somit die Längsachse der Bohrung  $M_B$  verlagert, so daß sich die Längsachse der Arbeitsspindel  $M_A$  und die Längsachse der Bohrung  $M_B$  gegenseitig annähern. Erst wenn die Bohrung überall flächendeckend bearbeitet wird und damit der Versatz  $S$  zwischen den Achsen eliminiert ist, wird die Bohrung überall flächendeckend bearbeitet, so daß die Honleisten über den gesamten Umfang der Bohrung anliegen. Damit ist der Vollschnitt erreicht, mit dem dann die gleichmäßig gehonte Mantelfläche erzeugt wird.

Die Fig. 4 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Ausschnitts der Bohrungswandung bzw. der Mantelfläche 3 der Zylinderbohrung 2. Dabei ist ein Abschnitt 13 mit Drehprofil im linken Bereich der Bohrung 2 zu sehen, während ein Abschnitt 14 mit Honprofil im rechten Teil der Bohrung 2 vorhanden ist. Aus dieser Darstellung wird deutlich, daß im zunächst folgenden Teilschnitt nur ein bestimmter Abschnitt der Mantelfläche durch Schrupphonen bearbeitet wird und ein Übergang vom Drehprofil zum Honprofil besteht.

Die Fig. 5 zeigt eine Abwicklung eines Ausschnitts der Bohrungswandung gemäß Fig. 4, aus der ebenfalls der Übergang vom Drehprofil zum Honprofil deutlich wird.

Patentanwalt Dipl.-Ing. Walter Jackisch & Partner  
Menzelstr. 40 - 70192 Stuttgart

Maschinenfabrik  
Gehring GmbH & Co. KG  
Gehringstr. 28

A 42 361/keie  
14. Okt. 2003

73760 Ostfildern

### Ansprüche

1. Verfahren zum Schrupphonen der Mantelfläche (3) von Bohrungen (2) mit einem Honwerkzeug (5) an einer fliegend gelagerten Arbeitsspindel (6), deren Längsachse ( $M_A$ ) bei Versatz (S) zur Längsachse ( $M_B$ ) der Bohrung (2) vor dem Honen exzentrisch in die Bohrung (2) eingeführt wird und während der Honoperation der Materialabtrag in der Bohrung (2) derart ausgeführt wird, daß eine Verschiebung der Längsachse ( $M_B$ ) der Bohrung (2) erfolgt, bis die gegebenenfalls aufgetretene Auslenkung eliminiert ist und die Längsachse ( $M_B$ ) der fertigen Bohrung (2) mit der Längsachse ( $M_A$ ) der Arbeitsspindel (6) coaxial ist, wobei nachfolgend in der coaxialen Lage der Längsachsen ( $M_A$ ,  $M_B$ ) durch Vollschnitt eine gleichmäßig gehonte Mantelfläche (3) erzeugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest während der Bearbeitung des einer Schlitteneinheit (10) abgewandt liegenden Abschnitts der Bohrung (2) die Hubbewegung des Honwerkzeugs (5) von der Schlitteneinheit (10) ausgeführt wird, so daß die Arbeitsspindel (6) von der Schlitteneinheit (10) alternierend bezüglich ihrer Längsachse ( $M_A$ ) bewegt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß während eines zunächst erfolgreichen Partialschnitts eine formschlüssige Schritt-zustellung der Honleisten mit definierten Pausenzeiten erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Maßabschaltung nach dem Vollschnitthonen durch eine mechanische Meßbüchse erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß während des Vollschnittho-nens eine kraftschlüssige Schrittzustellung erfolgt, wobei die Zustellkraft, die auf die Honleisten wirkt, überwacht wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß während des Partialschnitts ein erster Leistensatz beaufschlagt wird und der Vollschnitt mit einem zweiten Leistensatz durchgeführt wird.

Patentanwalt Dipl.-Ing. Walter Jackisch & Partner  
Menzelstr. 40 - 70192 Stuttgart

Maschinenfabrik  
Gehring GmbH & Co. KG  
Gehringstr. 28

A 42 361/keie

14. Okt. 2003

73760 Ostfildern

#### Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zum Schrupphonieren der Mantelfläche von Bohrungen wird ein Honwerkzeug in eine Bohrung eingeführt, wobei die Längsachse der Bohrung vor dem Schrupphonieren einen Versatz zur fertig bearbeiteten Bohrung aufweist. Dieser Versatz wird während der Schrupphonoperation ausgeglichen.

Fig. 1

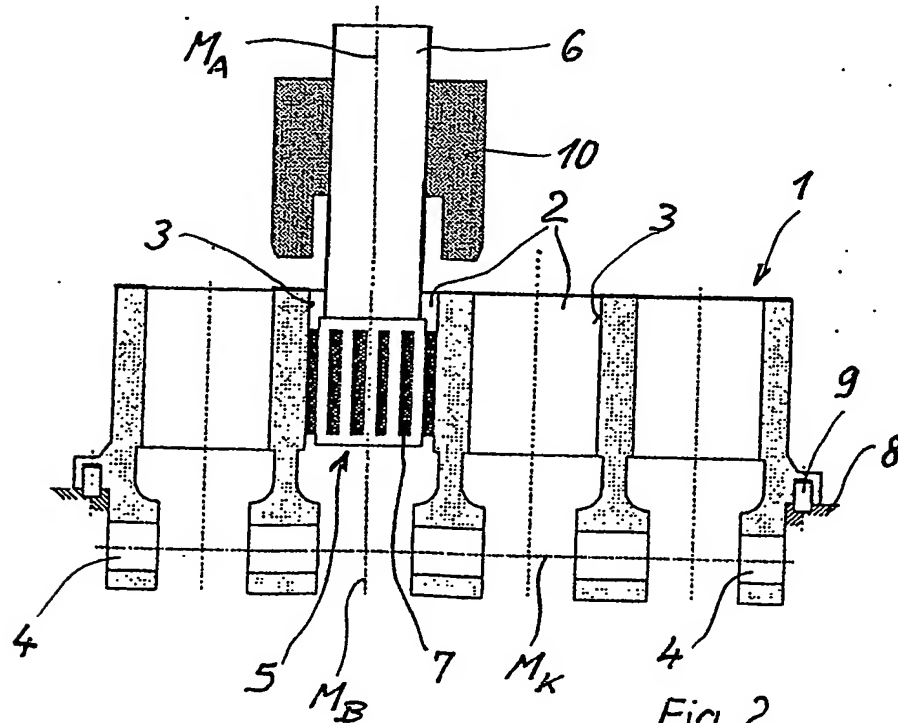
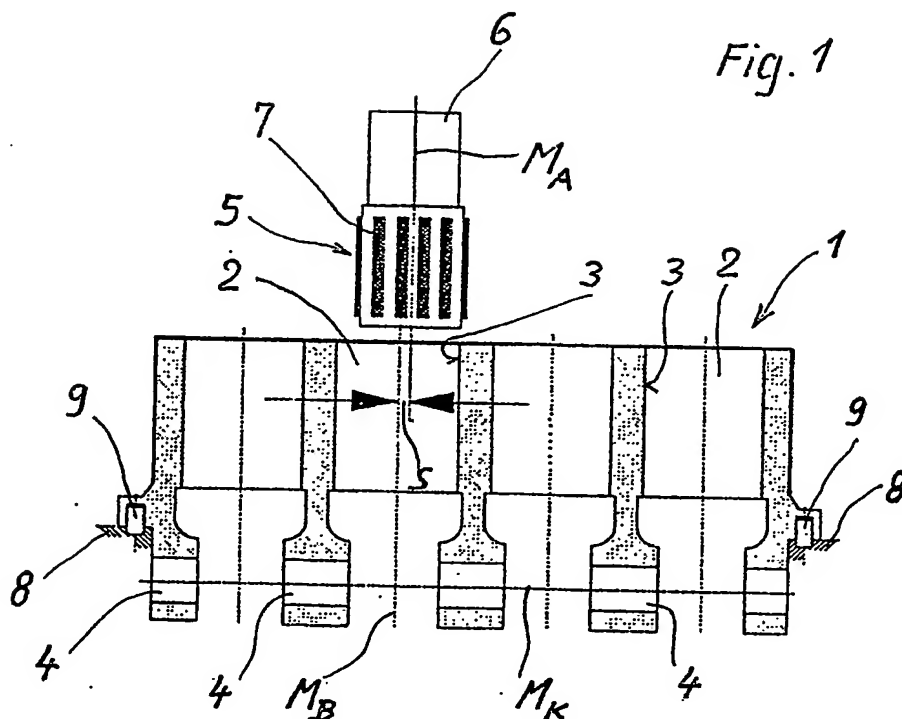
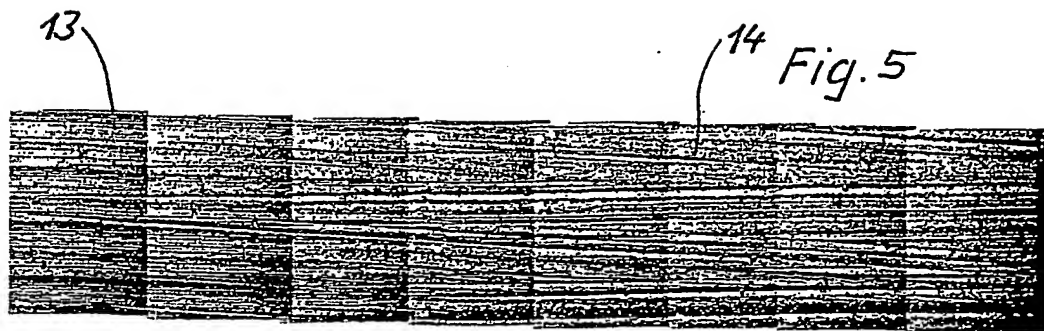
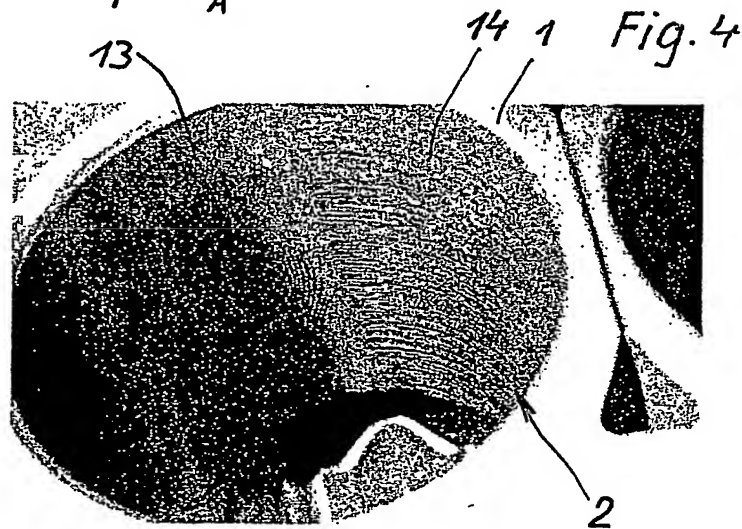
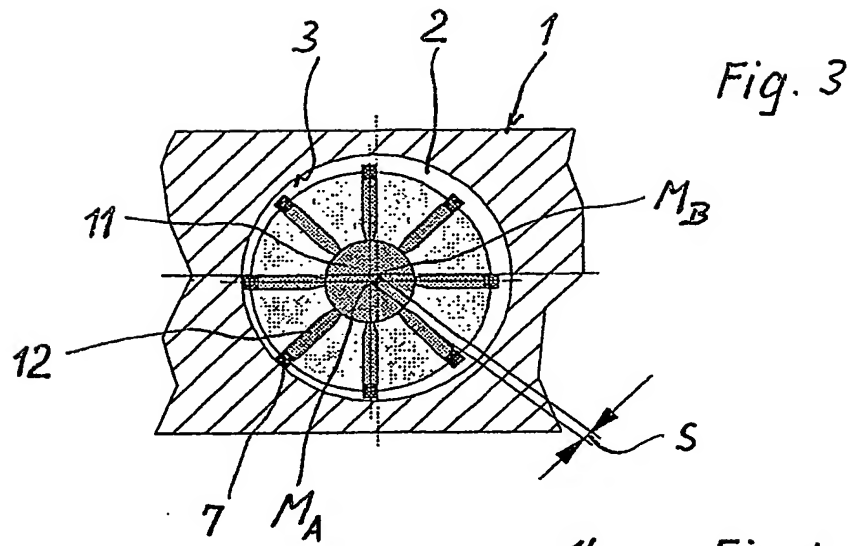


Fig. 2



BEST AVAILABLE COPY



Patentanwalt Dipl.-Ing. Walter Jackisch & Partner  
Menzelstr. 40 - 70192 Stuttgart

Maschinenfabrik  
Gehring GmbH & Co. KG  
Gehringstr. 28

73760 Ostfildern

A 42 361/keie

14. Okt. 2003

#### Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zum Schrupphonieren der Mantelfläche von Bohrungen wird ein Honwerkzeug in eine Bohrung eingeführt, wobei die Längsachse der Bohrung vor dem Schrupphonieren einen Versatz zur fertig bearbeiteten Bohrung aufweist. Dieser Versatz wird während der Schrupphonoperation ausgeglichen.